

# Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida.

Bielinski M. Santos, Henner A. Obregón-Olivas, Teresa P. Salamé-Donoso

## AGRICULTURA PROTEGIDA

Para el desarrollo de una agricultura moderna y competitiva, la protección de los cultivos se ha convertido en una verdadera necesidad. Los consumidores demandan productos de excelente calidad, en todo tiempo, sin daños por agentes climáticos, plagas ni enfermedades. A su vez los agricultores requieren de una alta productividad (cultivos protegidos o semiprotegidos) para mantener las exigencias de los mercados, lo que implica el uso de una serie de tecnologías que se enmarcan dentro del concepto de agricultura protegida.

Existe una diversidad de definiciones acerca del concepto de agricultura protegida. Sin embargo, podemos resumirlo en: toda estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes o semitransparentes, que permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo de plantas y flores en todo tiempo y bajo condiciones óptimas. Bajo este sistema agrícola especializado se lleva a cabo el control del medio edafoclimático alterando sus condiciones (suelo, temperatura, radiación solar, viento, humedad, entre otros, lo que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de alcanzar adecuado crecimiento vegetal, aumentar los rendimientos, mejorar la calidad de los productos y obtener excelentes cosechas.

El objetivo de la agricultura protegida es obtener producciones con alto valor agregado (hortalizas, frutas, flores, ornamentales y plantas de vivero). Además de:

- Proteger los cultivos de las bajas temperaturas.
- Reducir la velocidad del viento.
- Limitar el impacto de climas áridos y desérticos.
- Reducir los daños ocasionados por plagas, enfermedades, nematodos, malezas, pájaros y otros predadores.
- Reducir las necesidades de agua.
- Extender las áreas de producción y los ciclos de cultivo.
- Aumentar la producción, mejorar la calidad y preservar los recursos mediante el control climático.
- Garantizar el suministro de productos de alta calidad a los mercados hortícolas.
- Promover la precocidad (adelanto de la cosecha).
- Producir fuera de época.

Las instalaciones para la protección de cultivos pueden ser muy diversas entre sí; por las características y complejidad de sus estructuras, así como por la mayor o menor capacidad de control ambiental. Una primera clasificación de los diversos tipos de protección, puede hacerse distinguiendo entre "mulching" o acolchado de suelos, cubiertas flotantes, micro y macrotúneles, invernaderos (greenhouses) y casas malla (nethouses).

**Tabla 1.** Área estimada utilizando estructuras protegidas para la producción de hortalizas en diferentes países del mundo.

País	Área (ha)*	Cultivos (en orden de importancia)
China	360,000	Pepino, tomate, pimiento dulce
España	55,000	Melón, tomate, pimiento dulce
Japón	52,571	Tomate, melón, fresas
Italia	26,000	Tomate, calabaza, pimiento dulce
Corea	21,061	Pepino, repollo chino, tomate
Noroeste de África	11,400	Tomate, pimiento dulce, pepino
Turquía	10,800	Tomate, pepino, melón
Holanda	10,800	Tomate, pimiento dulce, pepino
Francia	9,100	Tomate, pepino, fresas

Estados Unidos	5,000	Tomate, pepino, lechuga
Grecia	4,620	Tomate, pepino, berenjena
Medio Este	4,300	Tomate, pepino, pimienta dulce
Alemania	3,300	Tomate, pepino, lechuga
México	3,200	Tomate, pimienta dulce
Bélgica	2,250	Tomate, lechuga, hierbas, pepino
Península Arábiga	1,930	Pepino, tomate
Noreste de África	1,700	Pepino, pimienta dulce, tomate
Reino Unido	1,600	Tomate, pepino, lechuga
Canadá	1,470	Tomate, pepino, pimienta dulce

\*1 ha = 2.4711 acres.

**Tabla 2.** Área estimada de cultivos protegidos (Invernaderos y macro túneles) por regiones a nivel mundial.

Región	Área (ha)*
Asia	440,000
Mediterráneo	97,000
África y Medio Este	17,000
Europa <sub>y</sub>	16,700
Américas	15,600
<b>Total</b>	<b>586,300</b>

\*1 ha = 2.4711 acres.

<sub>y</sub> Este dato excluye a los países europeos situados en el mar mediterráneo.

## "MULCHING" O ACOLCHADO DE SUELOS

El "mulching" se traduce habitualmente como acolchado. Es una técnica muy antigua que consiste en colocar materiales como paja (pasta picado), madera triturada, aserrín, cáscara de arroz, plástico o papel, cubriendo el suelo. El uso de "mulch" o acolchado de suelo, surge como una alternativa tecnológica para mejorar la producción de hortalizas, porque además de intensificar la producción (rendimiento, adelanto de cosecha y mejoramiento de la calidad del fruto), permite un ahorro significativo de agua y aumenta la eficiencia del uso de los recursos como mano de obra.

Los acolchados tienen como finalidad varios objetivos, entre los que destacan:

- a) Conservan la humedad del suelo: Reducen la evaporación, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de agua, facilitando la eficiencia en el uso de la misma (menos necesidades de riego) y consecuentemente también menos gastos en fertilizantes puesto que al reducir la lixiviación, evita las pérdidas de nutrientes.
- b) Evitan la aparición y proliferación de malezas (grandes competidoras del agua y nutrientes del suelo).
- c) Mejoran la estructura del suelo y el desarrollo radical. Protege la estructura del suelo, manteniendo el suelo mullido. En estas condiciones las plantas desarrollan más su sistema radical (superficial y lateral). El aumento de raíces asegura a la planta una mayor extracción de agua y sales minerales, lo que conduce a mayores rendimientos.
- d) Favorecen la fertilidad del suelo. El aumento de la temperatura y humedad del suelo provocado por el uso de algunos tipos de acolchado, favorece la mineralización del suelo, lo que lleva a una mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas.
- e) Reducen la erosión causada por la lluvia y el viento.
- f) Mantienen la temperatura de las raíces.
- g) Impiden el contacto de los frutos con el suelo para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades.

h) Alteran el comportamiento de las plagas.

i) Reducen la intensidad de las labores de mantenimiento.

Para realizar el acolchado se recurre a distintos materiales, éstos pueden ser orgánicos e inorgánicos. La ventaja de los inorgánicos frente a los orgánicos es que los primeros se mantienen en perfectas condiciones durante largos periodos de tiempo. Sin embargo, los segundos tienen a su favor que enriquecen el terreno a medida que se descomponen, lo que supone una inyección de nutrientes para el suelo.

### **Acolchados orgánicos (Cortezas, pajas, virutas de madera)**

Existen varias clases de acolchados orgánicos como: corteza de pino o abeto, virutas de madera, residuos de poda triturados o mulch, hojas, mallas de fibras etc. Las cortezas y virutas de madera constituyen el "Mulch" orgánico que ofrece una descomposición más lenta, lo que aumenta su durabilidad. Otra alternativa es la paja (pasto picado), una opción muy recurrente en los huertos.

### **Acolchados inorgánicos (plásticos y gravas)**

Entre los acolchados inorgánicos se pueden mencionar: grava, arena, tierra volcánica (muy porosa), carbón vegetal, plásticos, láminas de aluminio, etc. Gracias a ellos el terreno de cultivo queda a salvo de las inclemencias del tiempo, mantiene la humedad y se fomenta el desarrollo y conservación de la planta y sus frutos. Los distintos tipos de gravas, gravillas, piedras y rocas ofrecen protección y, además, muchas posibilidades decorativas para el diseño de jardines y el paisajismo. El polietileno, fundamentalmente por su bajo costo relativo, es el material más utilizado en acolchado de suelos a nivel mundial (Foto 1). Además, es de fácil uso ya que posibilita la mecanización de su instalación.

**Tabla 3.** Tipos de materiales utilizados para "mulching" o acolchado de suelos.

<b>Materiales Utilizados</b>	<b>Naturales</b>	<b>Manufacturados</b>
ORGANICOS	Restos de cosecha o podas	Láminas celulósicas
	Cortezas, maderas, pajas	Compost
	Rastrojos	Subproductos: bagazos, cáscara de arroz, etc.
	Malezas	
	Cubiertas vegetales vivas, etc.	
INORGANICOS	Arenas	Plásticos
	Gravas	Láminas de aluminio
	Carbón vegetal, etc.	

## **CUBIERTAS FLOTANTES**

Las cubiertas flotantes, también conocidas como mantas térmicas o acolchados flotantes, son láminas de materiales plásticos (polietileno, polipropileno, poliéster) que se colocan sobre el cultivo tras una siembra o plantación. Estas láminas son colocadas de tal forma que cuando estas crezcan se vayan elevando el material, sin producir ningún daño a las plantas y sin estructura que las soporten. El uso de las cubiertas flotantes consigue crear un microclima favorable para las plantas favoreciendo una calidad más homogénea (uniformidad), mayores rendimientos y precocidad. También disminuye la necesidad de tratamientos fitosanitarios.

La cubierta flotante es un método de protección simple del cultivo, de bajo costo y fácil utilización. Se pueden emplear bien por sí solas o como complemento de alguna otra alternativa tecnológica. Los materiales de los que puede estar fabricada la lámina plástica se pueden diferenciar de dos formas:

**Convencionales:** que están constituidos por una película plástica perforada. Dicha lámina generalmente es de poliuretano, aunque también se utilizan otros materiales para su fabricación.

**Agro-textiles:** Los materiales agrotexiles o “no tejidos” son materiales muy ligeros que están hechos de filamentos que se sueldan entre si. Este tipo de laminas son de mayor calidad que las convencionales ya que presentan una mejor aireación, la temperatura diurna no llega a ser tan elevada y la nocturna es más suave. Pueden alcanzar hasta el 90% de transmisión luminosa, favoreciendo un buen desarrollo del cultivo y su consiguiente protección térmica.

**-Efecto Invernadero:** Ambos tipos de cubiertas logran aumentar la temperatura y la humedad ambiental creando un microclima favorable para el buen crecimiento del cultivo. Otra cualidad que presentan ambos tipos de cubierta es la de rompevientos.

**-Efectos sobre el suelo:** El uso de cubiertas flotantes protege el suelo contenido bajo ellas, ya que lo protege de las fuertes lluvias, así como el arrastre de materiales que éstas pudieran ocasionar.

**-Protección contra animales:** Las cubiertas flotantes poseen un cierto grado de dureza para evitar ataques de pájaros y controlar la población de insectos, pero no es muy efectiva en caso de ataques de animales mayores como conejos o similares.

**-Efectos sobre las cosechas:** Al situar una lámina sobre el cultivo y crear un microclima favorable para los cultivos, se logran productos de mayor tamaño, más homogéneos, y con una cierta precocidad y aumento de las producciones, lo que supone un incremento de los beneficios para el agricultor.

## **MICROTÚNELES (TÚNELES PEQUEÑOS)**

Los microtúneles son pequeñas estructuras, sencillas, de fácil instalación y económicamente accesibles, que soportan la malla o pantalla que provee protección temporal al cultivo. En general son utilizados para proteger los cultivos en sus primeras etapas, contra los agentes climáticos, plagas y enfermedades (Foto 2).

La estructura del túnel está conformada por una hilera de arcos (pueden ser de tubos, mangueras o alambre grueso) entre los cuales se tiende la malla facilitando su apertura durante las horas diurnas. Poseen una altura que varía de 0.5 a 1 m, cubriendo una o más hileras de cultivo; en ellos las prácticas culturales se efectúan desde el exterior.

Las ventajas de los microtúneles son muchas, entre ellas podemos mencionar:

- Protección a los cultivos de la lluvia, viento, granizo, heladas, insectos, pájaros, gallinas entre otros.
- Reducción en el uso de agroquímicos, lo que incide en la disminución de los costos de producción.
- Aumenta los rendimientos y la calidad de las cosechas.
- Mantiene las temperaturas del aire y del suelo permitiendo un mejor desarrollo de las plantas.
- Se pueden obtener cosechas en cualquier época del año y en menos tiempo, alcanzando mejores precios en el mercado.

## MACROTÚNELES (TÚNELES ALTOS)

Los túneles altos o macrotúneles son estructuras generalmente construidas con arcos de bambú, tubos de PVC o hierro galvanizado, cubiertos con una sola capa de plástico de tipo invernadero, agrotexil o malla anti-insectos. Su altura, generalmente entre 3 y 3.5 m, favorece el uso de variedades indeterminadas, lo cuál no es posible en el caso de los microtúneles, y el paso de una o más personas por su interior para atender las plantas, aún cuando llueve (Foto 3).

Estas estructuras, la mayoría de ellas con dimensiones de 4 m de ancho por 30 m de longitud, operan según los mismos principios que el invernadero. La diferencia entre los invernaderos y los macrotúneles radica en que no tienen temperatura controlada, ni sistemas de ventilación automática. La ventilación es pasiva y se realiza enrollando mecánica o manualmente los lados del túnel para permitir la circulación del aire. Los macrotúneles pueden construirse como unidades móviles lo cuál permite manejar la rotación de cultivos en el campo, razón por la cual no son considerados estructuras permanentes.

Entre las ventajas del uso de macrotúneles podemos mencionar las siguientes:

- Son considerados como una protección completa del cultivo, evidenciando mayores rendimientos y uniformidad de los frutos.
- Su construcción es más barata que los invernaderos.
- Son una herramienta que los productores pueden emplear para luchar contra varias adversidades que impone el microclima de una localidad.
- Minimiza significativamente el uso de agroquímicos.
- Un problema en un macrotúnel, por descuido o daño mecánico, no afecta a toda la plantación.
- Es adecuado para agricultores de bajos y de altos recursos económicos.
- Es una alternativa de menor inversión para sistemas de producción protegidos.
- El tiempo de instalación es muy rápido lo que reduce la inversión y mano de obra.

## INVERNADEROS

Son construcciones altas, herméticamente cerradas con materiales transparentes, diseñadas para cultivar o proteger temporalmente las plantas. El techo puede estar cubierto por plástico, vidrio, fibra de vidrio, o láminas corrugadas de policarbonato, pudiendo incluir aberturas para una ventilación pasiva. A su vez, las paredes frontales y laterales pueden ser cubiertas con los materiales antes descritos o por mallas anti-insectos. Los invernaderos difieren de las demás protecciones en que son de mayor solidez y suficientemente altos (4 m) y anchos para permitir el cultivo de especies de altura diversa, incluso árboles frutales (Foto 4).

El objetivo del invernadero es proporcionar y mantener un ambiente de crecimiento que produzca los máximos rendimientos y calidad del cultivo. El diseño de la estructura debe proporcionar protección contra el viento, lluvia, calor, frío, insectos plagas y enfermedades. Los elementos estructurales y de cubierta deben permitir la máxima transmisión luminosa al cultivo. La mayoría de los invernaderos permiten incorporar ventiladores y otros sistemas para el control climático según las necesidades de las plantas. Son los sistemas más costosos, especialmente si el ambiente es controlado por sistemas de ventiladores, pared húmeda y control computarizado.

**Tabla 4.** Ventajas y desventajas del empleo de invernaderos

Ventajas	Desventajas
Aumento en la calidad y los rendimientos	Alta inversión inicial
Ahorro de agua y fertilizantes	Costos de operación elevados
Mejor control de insectos-plagas y enfermedades	Requiere personal especializado
Precocidad en los frutos	
Producción fuera de época	
Posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo	

## CASAS MALLA

Las casas malla (sombráculos, nethouses), tienen como función el sombreado de los cultivos en terrenos abiertos, teniendo como objetivo disminuir la incidencia de los rayos solares durante el día y moderar la temperatura durante las noches frías a través del uso de mallas negras (sarán) o de colores, que realizan un sombreado de 30 a 50%.

Por lo general, las casas malla son estructuras que permiten el sostén de mallas de sombra, mallas anti/insectos (50 mesh), mallas anti/pájaros, o anti/granizo, entre otras protecciones, sobre un cultivo (Foto 5). Se pueden instalar fijas o móviles. Su uso es casi obligado en almácigos de todos los cultivos en general y en viveros de árboles forestales. Además de la reducción en quemaduras solares, se reduce la evaporación superficial y la evapotranspiración, reduciendo consecuentemente el gasto de agua de riego y por ende de fertilizantes. Impide el estrés calórico e hídrico del cultivo y con ello permite condiciones más favorables para el desarrollo y la productividad del mismo. Las mallas anti/insectos, son tejidos de hilos transparentes de monofilamento redondo, con un tamaño de tramado que impide el pase de los insectos, permitiendo una menor incidencia del ataque de estas plagas y consecuentemente disminuye la utilización de agroquímicos, sin obstruir demasiado la ventilación del cultivo.



Foto 1. Acolchado plástico del suelo para la producción de tomate.



Foto 2. Microtúneles para la producción de pimiento.



Foto 3. Macrotúneles para la producción de tomate y pimientos.



Foto 4. Invernaderos.



Foto 5. Casa malla para la producción de pimientos.